

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: **02203305 A**

(43)Date of publication of
application: 13. 08 . 90

(51)Int. Cl. **G02B 6/12**
G02F 1/35

(21)Application number: **01023030**

(71)Applicant: **FUJIKURA LTD**

(22)Date of filing: **01 . 02 . 89**

(72)Inventor: **SHIODA TAKAO**

**(54)PRODUCTION OF NONLINEAR LIGHT
GUIDE**

electronic ion introduced glass is easily
produced in this way.

(57)Abstract

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

PURPOSE: To easily produce waveguide parts by sticking high-valency electronic ion introduced glass or semiconductor doped glass onto an oxide film to form a transparent glass layer thereby forming the waveguide parts.

CONSTITUTION: Grooves 2 are formed on an Si substrate 1 and this Si substrate 1 is oxidized to form silicon dioxide films 3 on the surface on the side formed with the grooves 2. The high-valency electronic ion introduced glass or the semiconductor doped glass is thereafter stuck onto the silicon dioxide film 3 to form the transparent glass layer 4 which is a thin film of the nonlinear glass. The transparent glass layers in the grooves 2 are formed as the waveguide parts 5 to obtain a waveguide 6. The high-valency



⑫ 公開特許公報(A) 平2-203305

⑤ Int. Cl.³

G 02 B 6/12

識別記号

M
N
H

庁内整理番号

7036-2H
7036-2H
7036-2H
7348-2H

⑬ 公開 平成2年(1990)8月13日

G 02 F 1/35

5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 非線形光導波路の製造方法

⑯ 特 願 平1-23030

⑰ 出 願 平1(1989)2月1日

⑱ 発 明 者 塩 田 孝 夫 千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式会社佐倉工場内

⑲ 出 願 人 藤倉電線株式会社 東京都江東区木場1丁目5番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

非線形光導波路の製造方法

2. 特許請求の範囲

Si基板上に化学的エッチングあるいは機械的切削によって溝を形成し、次にこのSi基板を酸化してその溝を形成した側の表面に酸化膜を形成し、その後該酸化膜上に高価電子イオン導入ガラス、あるいは半導体ドーパガラスを付着せしめて透明ガラス層を形成し、上記溝内の透明ガラス層を導波路部分とする非線形光導波路の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

「産業上の利用分野」

この発明は、光非線形効果を用いた全光型光スイッチなどとして好適に用いられる光導波路の製造方法に係わり、特に高価電子イオン導入ガラスあるいは半導体ドーパガラスからなる導波路部分を有した非線形光導波路の製造方法に関する。

「従来技術とその課題」

近時、光電効果を用いてなる光スイッチが広く研究されているが、このような光スイッチにあっては、光の回路に電気を持ち込むことについて種々の問題があり、また応答速度も十分でないなどの理由により、光コンピュータなどの演算素子として用いられるまでには至っていない。

ところで、全光型光スイッチあるいは演算素子材料に用いられる非線形材料としては、大きな非線形効果とその早い応答性を有し、損傷閾値が高く、透過領域が広いことが望ましく、現在研究されているものとしては、半導体材料、ガラス材料、および有機材料などが知られている。特に、非線形性の大きな材料としては、量子井戸構造の半導体、有機非線形材料、半導体ドーパガラス材料などがある。しかし、半導体材料は大きな非線形性を示すものの、吸収係数が高いことから要求される応答速度よりもかなり低い応答速度を示すものとなり、さらに熱依存性が大さいといった問題もある。

またガラス材料としては、高価電子イオン導入

ガラス材料、半導体ドーパガラス材料などが知られており、特に高価電子イオン導入ガラス材料は、非線形性は比較的小さいものの高速応答性、低損失、対損傷性などの優れた特性を有するものとして知られている。

このような高価電子イオン導入ガラス材料を得るには、通常ガラス成分系の粉末を白金るつぼ中でガラス化することによって作製するが、各成分の融点の違いなどによりガラス化し得る温度範囲が狭く、その製造が極めて困難である。またこの材料から導波路を製造するには、ガラスパルクからウエファを作製してこれにイオン交換を施し、導波路を形成するのが普通であるが、この方法では大きな光回路(光導波路)を形成するのが困難であり、さらに得られた光回路にあってもTi、Zr等の結晶の析出などに起因して損失の大きなものとなる。またこの方法では、不純物として重金属などのイオンが混入し、これにより光損傷が大きくなるといった恐れもある。

一方半導体ドーパガラスを得るには、溶融によ

て得られたガラスを熱処理し、母体となるガラスから結晶を析出することによって作製する。このようにして得られた半導体ドーパガラスとして、例えば塩化銀の微結晶を析出させて得たフォトクロミックガラスなどが知られている。また、ガラスの多孔質体をまず形成してこれに半導体を含浸させ、これを焼結して半導体分散材料を得るといった方法も知られている。しかしながら、このような半導体ドーパガラスを用いてなる導波路を得るには、現在のところその有効な製造方法が提供されておらず、したがって実施可能な製造方法の提供が望まれている。

この発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、高価電子イオン導入ガラスあるいは半導体ドーパガラスからなる導波路部分を容易に製造し得、かつ大型の光回路を作製することもできるとともに、低損失で耐損傷性に優れた光回路を製造し得る方法を提供することにある。

「課題を解決するための手段」

この発明の非線形光導波路の製造方法では、Si基板上に化学的エッチングあるいは機械的切削によって溝を形成し、次にこのSi基板を酸化してその溝を形成した側の表面に酸化膜を形成し、その後該酸化膜上に高価電子イオン導入ガラス、あるいは半導体ドーパガラスを付着せしめて透明ガラス層を形成し、上記溝内の透明ガラス層を導波路部分とすることによって上記課題を解決した。

以下、この発明の一例について詳しく説明する。

まず第1図に示すようにSi基板1に溝2を形成する。ここで、溝2を形成するためには、化学的エッチングあるいは機械的切削により行うことができ、例えば化学的エッチングとして異方性エッチングや等方性エッチングを利用することができる。溝2の形状としては、第1図に示したような断面V字状のものに限ることなく、断面U字状、断面コ字状などのものでもよく、これら断面U字状、断面コ字状の溝を作製する場合には異方性エッチングが好適に採用される。

次に、この溝2を形成したSi基板1を酸化し

て第2図に示すように溝2を形成した側の表面に二酸化けい素膜3を形成する。この場合に二酸化けい素膜3は、当然溝2の内面にも形成されたものとなる。酸化方法としては公知の技術を採用することができ、例えば酸素あるいは水蒸気中にて加熱する方法などが用いられる。また、この二酸化けい素膜3は、後述するように該膜3上に導波路部分を形成したときクラディング層として作用するものであり、さらには導波路部分となる高価電子イオン導入ガラス、半導体ドーパガラスとの接合性を高めるためのものにもなる。

その後、第3図に示すように二酸化けい素膜3上に高価電子イオン導入ガラス、あるいは半導体ドーパガラスを付着せしめて非線形ガラス薄膜である透明ガラス層4を形成し、上記溝2内の透明ガラス層を導波路部分5とする導波路6を得る。高価電子イオン導入ガラスは、主成分となるTi、Zr等の周期律表第Ⅳa族元素、Y、La、Ce、Nd等の周期律表第Ⅲa族元素あるいはNbの酸化物と、ネットワークフォーマーとなるガラス材

料および修飾酸化物となるガラス材料とからなるものである。ここで、ネットワークフォーマーとなるガラス材料としては SiO_2 、 Al_2O_3 などの酸化物が、また修飾酸化物となるガラス材料としては Na_2O 、 B_2O_3 、 MgO 、 K_2O 、 CaO などが挙げられる。半導体ドーパガラスは、カルコゲンガラスやハロゲン化物ガラスなどを超微粒子として含むガラスであって、上記のネットワークフォーマーおよび修飾酸化物となるガラス材料に半導体を含有してなるものである。またこの半導体ドーパガラスは、使用波長域にて透明となるよう形成されたガラスとされる。この場合に半導体としては、 Si 、 GaAs 、 GaP 、 InSb 、 InP 、 CdS 、 CdSe 、 CdTe 、 ZnS 、 ZnSe 、 PbS 、 PbTe 、 CuCl 、 CuBr 、 Cu_2O などが用いられる。

高価電子イオン導入ガラス、あるいは半導体ドーパガラスを二酸化けい素膜3上に付着せしめるには、物理的あるいは化学的蒸着法、ゾルゲル法、モルキュラースタッフing法などの方法が好適に用いられる。蒸着法としては、例えば高価電子

イオンを含有したガラス材料あるいは半導体と、ネットワークフォーマーおよび修飾酸化物からなるガラス材料とをそれぞれ蒸発源とし、イオンビームアシスト中にて電子ビーム蒸着を行い、高価電子イオン導入ガラスあるいは半導体ドーパガラスからなる透明ガラス膜4を得るといった方法が採用される。ゾルゲル法としては、例えば高価電子イオンを含むアルコキシ化合物等の有機化合物あるいは半導体材料の有機化合物と、ネットワークフォーマーとなるガラス材料の有機化合物および修飾酸化物となるガラス材料の有機化合物を用意し、これらを有機溶媒に溶かした溶液を分留してゲル化し、このゲルを Si 基板1上に塗布し加熱して高価電子イオン導入型の薄膜状ガラスを得るといった方法が採用される。モルキュラースタッフing法としては、例えばネットワークフォーマーおよび修飾酸化物となるガラス材料より多量質ガラス膜を作製し、これに高価電子イオンの塩酸塩や塩酸塩などを染み込ませあるいは半導体材料を導入し熱処理して高価電子イオン導入ガラス

を得るといった方法が採用される。

このような光導波路の製造方法にあっては、従来の溶融ガラス法により作製した高価電子イオン導入ガラスを用いてなる導波路に比べ、はるかに低損失のものを得ることができ、また半導体ドーパガラスを用いてなる導波路の有効な製造方法を提供することができる。

「実施例」

以下、実施例によりこの発明をさらに具体的に説明する。

直径3インチで厚さ400 μm の円板状の Si 基板を用意し、 KOH を用いた化学的エッチングにより深さ4 μm の断面V字状の溝を作製した。次に、この基板を拡散炉中に入れ、水蒸気雰囲気にて1150 $^{\circ}\text{C}$ の温度で加熱し酸化して基板表面に二酸化けい素膜を形成した。

またこれとは別に、高価電子イオンとなる Ti および Zr を含む二種の塩化物を、酸素気流中にて脱水素炎中で分解して高純度化し、 TiO_2 および ZrO_2 の酸化物微粉末を作製した。次に、得ら

れた酸化物微粉末を焼結し、この焼結体を第1の蒸発源とした。

さらに、ネットワークフォーマーとなる SiO_2 と Al_2O_3 、加熱することによって修飾酸化物となる H_2BO_3 と Na_2CO_3 をそれぞれ用意し、これらを白金るつぼ中に入れ、1200 $^{\circ}\text{C}$ で加熱しガラス化して第2の蒸発源とした。

次いで、電子ビーム蒸着装置の蒸発源をセットする位置に上記第1の蒸発源と第2の蒸発源とをそれぞれセットするとともに、上記の二酸化けい素膜を形成した基板を所定の位置にセットし、イオンビームアシスト中にて基板上に蒸着を行い、基板上にガラス膜を形成するとともに溝内にガラスを充填した。この場合に蒸着雰囲気は、酸素を10%含有する雰囲気とした。また、ガラス膜の生成速度を2000 $\text{\AA}/\text{時間}$ として蒸着処理を行い、5時間処理して基板上に厚さ1 μm のガラス膜を形成した。形成したガラス(ガラス膜)の組成を調べたところ、

$\text{TiO}_2:\text{ZrO}_2:\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Na}_2\text{O}:\text{B}_2\text{O}_3=$

1:0.4:1.5:0.6:0.5:1であった。

その後、この基板に形成したガラス層および溝内のガラスを、酸素が流通するチャンバ中にてビーム径20 μ mの炭酸ガスレーザを用いて加熱し、溝内のガラスを導波路部分として導波路を得た。

このようにして得られた導波路部分の屈折率を調べたところ1.876であり、またこの導波路の非線形屈折率を調べたところ 1.1×10^{-11} であった。さらに、この導波路の導波特性を調べたところ、伝送損失が低く、また耐損傷性に優れていることが確認された。

「発明の効果」

以上説明したようにこの発明の非線形光導波路の製造方法は、Si基板上に化学的エッチングあるいは機械的切削によって溝を形成し、次にこのSi基板を酸化してその溝を形成した側の表面に酸化膜を形成し、その後該酸化膜上に高価電子イオン導入ガラス、あるいは半導体ドーパガラスを付着せしめて透明ガラス層を形成し、上記溝内の透明ガラス層を導波路部分とするものであるから、

高価電子イオン導入ガラスを構成する各成分の融点の差などによる製造上の問題を解消して高価電子イオン導入ガラスを容易に作製することができ、かつ従来の熔融ガラス法により作製した高価電子イオン導入ガラスを用いてなる導波路に比べてはるかに低損失のものを得ることができ、したがって大型の光導波路(光回路)の作製も可能にすることができる。また、この発明によれば半導体ドーパガラスを用いてなる導波路を良好に製造することができ、かつ低損失で耐損傷性に優れた半導体ドーパガラス導波路を得ることができる。

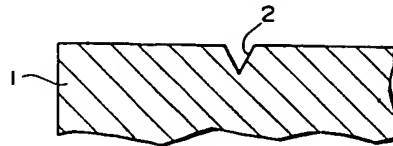
4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図は、この発明の非線形光導波路の製造方法の一例を工程順に説明するための側断面図である。

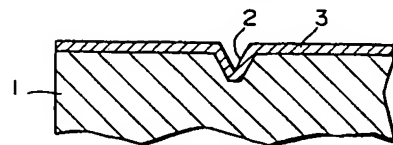
- 1 …… Si基板、2 …… 溝、
3 …… 二酸化けい素膜、4 …… 透明ガラス層、
5 …… 導波路部分、6 …… 導波路。

出願人 藤倉電線株式会社

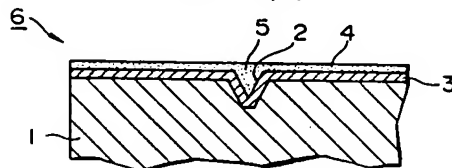
第1図



第2図



第3図

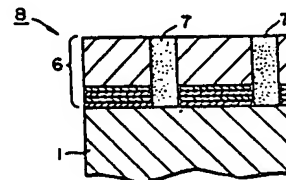
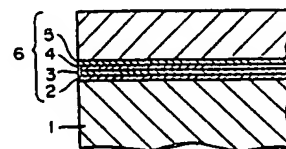


(54) PRODUCTION OF NONLINEAR LIGHT GUIDE

(11) 2-203304 (A) (43) 13.8.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-23029 (22) 1.2.1989
 (71) FUJIKURA LTD (72) TAKAO-SHIODA
 (51) Int. Cl.³ G02B6/12, G02F1/35

PURPOSE: To easily produce waveguide parts by alternately executing vapor deposition by separately using 1st and 2nd evaporating sources to form multilayered films on a substrate and subjecting the films to beam heating to form transparent parts, thereby forming the waveguide parts.

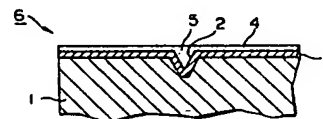
CONSTITUTION: A glass material or semiconductor glass material essentially consisting of group IVa elements or group IIIa elements of the periodic table or Nb is prepd. as the 1st evaporating source and a glass material to serve as a network former and a glass material to serve as a modifying oxide are prepd. as the 2nd evaporating source. The vapor deposition is alternately executed on the substrate by separately using the 1st evaporating source and the 2nd evaporating source to form the multilayered films 6 on the substrate 1. The multilayered films 6 are then subjected to the beam heating in the form of patterns to form the heated parts as transparent parts which are used as the waveguide parts 7. The problems in production by a difference in the m. p. between the respective components constituting high-valency electronic ion introduced glass re eliminated in this way and the glass introduced with the high-valency electronic ion is easily produced.

**(54) PRODUCTION OF NONLINEAR LIGHT GUIDE**

(11) 2-203305 (A) (43) 13.8.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-23030 (22) 1.2.1989
 (71) FUJIKURA LTD (72) TAKAO SHIODA
 (51) Int. Cl.³ G02B6/12, G02F1/35

PURPOSE: To easily produce waveguide parts by sticking high-valency electronic ion introduced glass or semiconductor doped glass onto an oxide film to form a transparent glass layer thereby forming the waveguide parts.

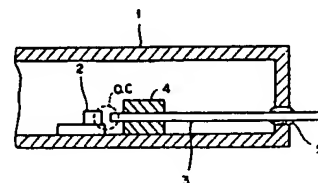
CONSTITUTION: Grooves 2 are formed on an Si substrate 1 and this Si substrate 1 is oxidized to form silicon dioxide films 3 on the surface on the side formed with the grooves 2. The high-valency electronic ion introduced glass or the semiconductor doped glass is thereafter stuck onto the silicon dioxide film 3 to form the transparent glass layer 4 which is a thin film of the nonlinear glass. The transparent glass layers in the grooves 2 are formed as the waveguide parts 5 to obtain a waveguide 6. The high-valency electronic ion introduced glass is easily produced in this way.

**(54) OPTICALLY COUPLED STRUCTURE OF PHOTOSEMICONDUCTOR CHIP AND OPTICAL FIBER**

(11) 2-203306 (A) (43) 13.8.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 64-20692 (22) 1.2.1989
 (71) FUJITSU LTD (72) KAORU MORIYA(1)
 (51) Int. Cl.³ G02B6/42

PURPOSE: To eliminate the thermal stresses to be applied on an optical fiber by inserting the part of the optical fiber near its end freely slidably into a capillary pipe having the inside diameter slightly larger than the outside diameter of the optical fiber.

CONSTITUTION: The part of the optical fiber 3 near its end is inserted freely slidably into the capillary pipe 4 having the inside diameter slightly larger than the outside diameter of the optical fiber 3. The capillary pipe 4 is fixed to a housing 1. The optical fiber 3 is fixed in the housing 1 by sealing an optical fiber introducing hole 5 of the housing 1. The optical fiber 3, therefore, slides relative to the capillary pipe 4 according to the difference between the coeff. of thermal expansion of the housing 1 and the coeff. of thermal expansion of the optical fiber 3 even if the housing 1 and the optical fiber 3 are expanded or shrunk by the temp. change given applied thereto. The possibility that the optical fiber is thermally stressed is eliminated in this way.



DOCKET NO: 1999P2607
SERIAL NO: _____
APPLICANT: Sabine Stech et al.
LERNER AND GREENBERG P.A.
P.O. BOX 2480
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
TEL. (954) 925-1100